

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2001043645  
PUBLICATION DATE : 16-02-01

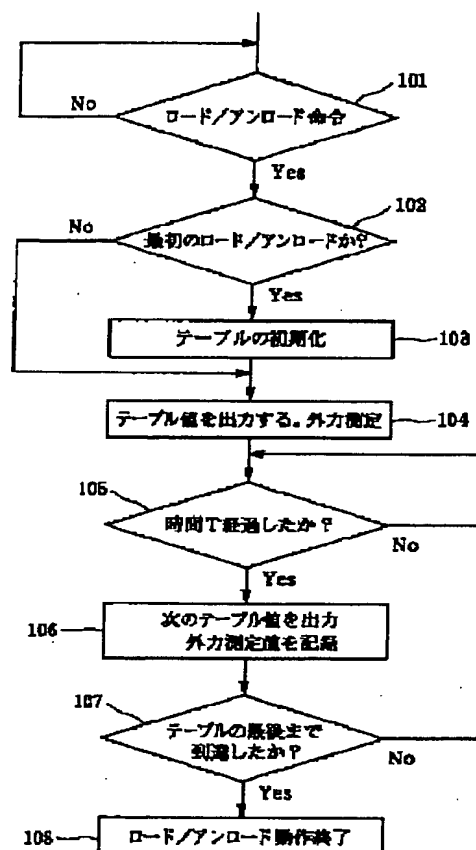
APPLICATION DATE : 30-07-99  
APPLICATION NUMBER : 11217122

APPLICANT : HITACHI LTD;

INVENTOR : HORIGUCHI TAKAO;

INT.CL. : G11B 21/12

TITLE : MAGNETIC DISK DEVICE AND  
CONTROL METHOD FOR THE DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress speed fluctuation caused by external forces in speed control at the time of loading/unloading on the basis of the back electromotive voltage of a voice coil motor.

SOLUTION: At the time of performing loading/unloading operation (a step 101), in first loading/unloading, a compensation value table is initialized by using the design values (steps 102, 103) and the operation for canceling speed fluctuation due to external forces while applying the design value to a speed control loop in a feed forward manner and the operation for updating the compensation value table while measuring the present external forces and calculating the corresponding compensation value are executed (a step 104) and, hereafter, the stabilizing of a speed of the applying of the compensation value read out from the table to the control loop for every prescribed period T (a step 105) and the updating of the table based on the measurement of the external forces (a step 106) are repeated till the last entry of the table (a step 107) and, then, the loading/unloading operation is completed (a step 108).

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

**This Page Blank (uspto)**

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号  
特開2001-43645  
(P2001-43645A)

(43)公開日 平成13年2月16日(2001.2.16)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

ターゴート\*(参考)

G 1 1 B 21/12

G 1 1 B 21/12

G 5 D 0 7 6

B

L

T

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平11-217122

(22)出願日 平成11年7月30日(1999.7.30)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 荒井 毅

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会

社日立製作所ストレージシステム事業部内

(72)発明者 菊田 俊之

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会

社日立製作所ストレージシステム事業部内

(74)代理人 100080001

弁理士 筒井 大和

最終頁に続く

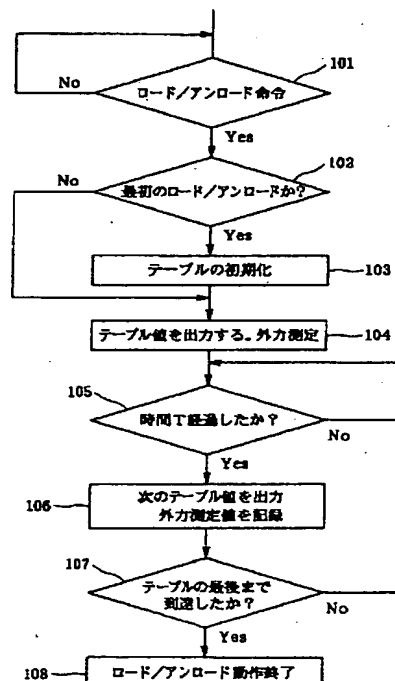
(54)【発明の名称】 磁気ディスク装置および磁気ディスク装置の制御方法

(57)【要約】

【課題】 ボイスコイルモータの逆起電圧に基づくロード・アンロード時の速度制御において外力に起因する速度変動を抑止する。

【解決手段】 ロードアンロード動作を行う際(ステップ101)、最初のロード/アンロードでは設計値を用いて補償値テーブルを初期化し(ステップ102、ステップ103)、当該設計値を速度制御ループにフィードフォワード的に印加して外力による速度変動を打ち消す操作および現在の外力を測定して対応した補償値を算出し補償値テーブル更新する操作(ステップ104)を実行し、以降、所定の周期T毎に(ステップ105)、補償値テーブルから読み出した補償値の制御ループへの印加による速度安定化および外力の測定に基づく補償値テーブルの更新(ステップ106)を、補償値テーブルの最後のエントリまで反復して(ステップ107)、ロード・アンロード動作を終了する(ステップ108)。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ボイスコイルモータを含むアクチュエータにて、円板状の記録媒体に対するデータの読み書きを行うヘッドの前記記録媒体に対する位置決め動作と、前記記録媒体上から前記ヘッドを退避させるアンロード動作および前記記録媒体上に前記ヘッドを移行させるロード動作からなるロード・アンロードとが行われる磁気ディスク装置であって、

前記ロード・アンロードにおいて前記アクチュエータに作用する外力を計測して記録する第1の手段と、前記ボイスコイルモータに生じる逆起電圧値を制御対象とする前記ロード・アンロード中における前記ボイスコイルモータの速度制御中に、前記第1の手段に記録された前記外力に相当した操作量を前記ボイスコイルモータの制御電流に加算する第2の手段と、を含むことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項2】 ボイスコイルモータを含むアクチュエータを用いて、円板状の記録媒体に対するデータの読み書きを行うヘッドの前記記録媒体に対する位置決め動作と、前記記録媒体上から前記ヘッドを退避させるアンロード動作および前記記録媒体上に前記ヘッドを移行させるロード動作からなるロード・アンロードとを行う磁気ディスク装置の制御方法であって、前記ロード・アンロードにおいて前記アクチュエータに作用する外力を計測して記録する第1の工程と、前記ボイスコイルモータに生じる逆起電圧値を制御対象とする前記ロード・アンロード中における前記ボイスコイルモータの速度制御中に、前記第1の工程にて記録された前記外力に相当した操作量を前記ボイスコイルモータの制御電流に加算する第2の工程と、を含むことを特徴とする磁気ディスク装置の制御方法。

【請求項3】 請求項2記載の磁気ディスク装置の制御方法において、前記第1の工程では、前記ロード動作および前記アンロード動作の少なくとも一方において所定の周期で時系列に前記外力を計測し、前記第2の工程では、前記第1の工程における前記外力の計測タイミングに同期して対応する前記外力に相当する前記操作量の前記制御電流に対する加算を行うことを特徴とする磁気ディスク装置の制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、磁気ディスク装置およびその制御技術に関し、特に、ロード・アンロード方式の磁気ディスク装置等に適用して有効な技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 ヘッドのロード・アンロード制御では、ヘッドが円板上から離れた状態でランパ上を移動するため、通常のサーボ制御のように、ヘッドにより円板上の

サーボ情報を検出、制御することができない。このため、VCMに発生する逆起電力を検出、制御することを行う。VCMに発生する逆起電力を検出、測定、利用する方法に関しては、特許第2622003号公報等に記載されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 従来の技術では、ロード・アンロード時のヘッドの移動速度を検出するため、VCMの逆起電力を利用する。VCMの逆起電力は、速度に比例した電圧が発生するため、速度制御に利用することは可能である。しかし、電圧検出するには、電圧を検出するためのブリッジ回路と検出値をマイコンに取り込むためにAD変換する必要がある。このためAD変換器のゼロ点を校正する必要がある。

【0004】 また、速度制御は速度フィードバック制御で行うが、ランパの摩擦係数等が大きく変化するところでは、一時的に制御系の追従特性より追従誤差が大きくなり、その結果、速度誤差が大きくなるという技術的課題がある。特に、ランパから円板にヘッドを移動させる部分では、速度による影響が大きく、異常な速度で移動させると、ヘッドが円盤に衝突してヘッド、円板にダメージを与える等の現象を引き起こす懸念がある。

【0005】 本発明の目的は、必要以上にサーボ帯域を大きくすることなく、ボイスコイルモータの逆起電圧値を制御対象とするロード・アンロード時における外力等に起因する速度制御の誤差を低減することが可能な磁気ディスク装置およびその制御技術を提供することにある。

【0006】 本発明の他の目的は、ロード・アンロードにおける摩擦係数の変化するところでの速度誤差を低減し、常に速度を一定に保つことが可能な磁気ディスク装置およびその制御技術を提供することにある。

【0007】 本発明の他の目的は、ロード・アンロード方式の磁気ディスク装置において、ロード時のヘッドと記録媒体との衝突を防止して、動作の信頼性を向上させることが可能な技術を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明は、ボイスコイルモータを含むアクチュエータにて、円板状の記録媒体に対するデータの読み書きを行うヘッドの記録媒体に対する位置決め動作と、記録媒体上からヘッドを退避させるアンロード動作および記録媒体上にヘッドを移行させるロード動作からなるロード・アンロードとが行われる磁気ディスク装置において、ロード・アンロードにおいてアクチュエータに作用する外力を計測して記録する第1の手段と、ボイスコイルモータに生じる逆起電圧値を制御対象とするロード・アンロード中におけるボイスコイルモータの速度制御中に、第1の手段に記録された外力に相当した操作量をボイスコイルモータの制御電流に加算する第2の手段と、を含む構成としたものである。

【0009】また、本発明は、ボイスコイルモータを含むアクチュエータを用いて、円板状の記録媒体に対するデータの読み書きを行うヘッドの記録媒体に対する位置決め動作と、記録媒体上からヘッドを退避させるアンロード動作および記録媒体上にヘッドを移行させるロード動作からなるロード・アンロードとを行う磁気ディスク装置の制御方法において、ロード・アンロードにおいてアクチュエータに作用する外力を計測して記録する第1の工程と、ボイスコイルモータに生じる逆起電圧値を制御対象とするロード・アンロード中におけるボイスコイルモータの速度制御中に、第1の手段に記録された外力に相当した操作量をボイスコイルモータの制御電流に加算する第2の工程と、を含むようにしたものである。

【0010】本発明によれば、ロード・アンロード時の速度誤差が小さい磁気ディスク装置を実現できる。また、本発明によれば、ロード・アンロード時の速度誤差を低減できるため、ロード・アンロード動作の安定化でき、ロード・アンロード方式の磁気ディスク装置の動作の信頼性が向上する。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら詳細に説明する。

【0012】なお、以下では本発明に支障のない数値を用いて説明するが、本発明は以下に記載した数値に限定されるものではない。

【0013】図1は、本発明の磁気ディスク装置の制御方法を実施する磁気ディスク装置の作用の一例を示すフローチャートであり、図2は、本発明の磁気ディスク装置の制御方法を実施する磁気ディスク装置の作用の一例を示す説明図、図3は、本発明の磁気ディスク装置の制御方法を実施する磁気ディスク装置の作用の一例を、従来技術と比較して説明する線図、図4は、本発明の磁気ディスク装置の制御方法を実施する磁気ディスク装置の作用の一例を示す説明図、図5は、本発明の磁気ディスク装置の制御方法を実施する磁気ディスク装置の制御系の構成の一例を示すブロック図、図6は、本発明の磁気ディスク装置の制御方法を実施する磁気ディスク装置の一部破断平面図、図7は、本発明の磁気ディスク装置の制御方法を実施する磁気ディスク装置の一部破断断面図、である。

【0014】まず、図6及び図7を用いて、磁気ディスク装置の構成を説明する。磁気ディスク装置は、密閉容器40（図6）、磁気媒体であるディスク41、ディスク41を支持し、かつ、回転させるスピンドルモータ42、ディスク41からの情報を読み出す磁気ヘッド及びサスペンションアームを持つヘッドアッセンブリ43及びヘッドアッセンブリ43を支持し、かつ、ディスク41上を揺動させるピボットシャフト44を含むスイングアーム、スイングアームを駆動するボイスコイルモータ45、それに、ディスク41への書き込み及びディスク

41からの読み出しを磁気ヘッドにさせる図示しない回路やスピンドルモータ42及びボイスコイルモータ45の作動を制御するコントローラに電気的接続を行う印刷配線板46を具備している。

【0015】ディスク41、スピンドルモータ42、ヘッドアッセンブリ43、印刷配線板46の一部及びボイスコイルモータ45は密閉容器40の内部にあり、密閉容器40によって密閉されている。スピンドルモータ42は、外周にディスク41を固定するハブと、ハブの内部に回転子及び固定子を配置したインハブタイプのモーターであって、密閉容器40を構成するベース部材に設置されている。

【0016】ディスク41は、磁気ディスク装置のデータ格納容量を決める重要部品である。通常は、容量に応じて、例えば、1枚から数枚で構成される。本実施の形態では、ディスク41は、ディスクスペーサ48a（図7）と、交互にスピンドルモータ42のハブに挿入されている。ディスクランプ48bは、ディスクの積層体をスピンドルモータ42の軸方向に押さえることによって、ディスク41をスピンドルモータ42に固定している。スイングアームは、ディスク41の枚数に応じて数本有り、各々が磁気ヘッドを搭載しているスライダ49、サスペンションアーム50から構成される。スイングアームは、ピボットシャフト44により回転自在に密閉容器40を構成するベース部材に固定されている。

【0017】磁気ヘッドは、書き込みのための薄膜ヘッドと読み取りのための磁気抵抗型ヘッドとを一体化したデュアルヘッドが搭載されており、スライダ49の各々に取付けられている。この他にも磁気ヘッドには、インダクティブヘッド、薄膜ヘッド、MIGヘッドなどが適用可能である。上述のように、本実施の形態の磁気ディスク装置は、スイングアームをピボットシャフト44を軸としてボイスコイルモータ45にて揺動駆動するロータリーアクチュエータを採用している。

【0018】本実施の形態の磁気ディスク装置は、ロード・アンロード方式を採用しており、図6に例示されるように、ディスク41の外側にランプ60が設けられているとともに、ヘッドアッセンブリ43の先端部には、ランプ60を揺動するタブ43aが設けられている。

【0019】すなわち、図6において、ボイスコイルモータ45にて、サスペンションアーム50（ヘッドアッセンブリ43）を、時計回りに回転させ、タブ43aをランプ60に沿って揺動させることで、ヘッドアッセンブリ43はディスク41の記録面上から離間しつつ外側に退避されるアンロード動作が行われ、逆に、サスペンションアーム50（ヘッドアッセンブリ43）を、反時計回りに回転させ、タブ43aをランプ60に沿って揺動させることで、ヘッドアッセンブリ43は、ランプ60からディスク41の記録面上に徐々に降下して移行するロード動作が行われる。

【0020】なお、図2(a)に例示されるように、ランプ60の摺動面は、アンロード動作の終端位置であるHomeからディスク41に接近する方向に平坦部60a、傾斜面60b、平坦部60c、傾斜面60d、で構成されている。

【0021】ヘッドアッセンブリ43のタブ43aがランプ60上を移動するときは、ランプ60との間に摩擦力が働く。摩擦力は、ランプ60の形状や接触面の状態により変化する。図2の外力変化点A1と外力変化点A2と外力変化点A3と外力変化点A4の部分でランプ60の傾斜角度の変化によりヘッドアッセンブリ43に加わる摩擦力や重力が図2(c)のごとく変化する。このヘッドアッセンブリ43に加わる摩擦力や重力を総称して外力を呼ぶことにする。

【0022】速度制御系は、図2(c)のように外力が変化しても図2(b)のように、速度はほぼ一定の制御する必要があるが、検出速度をフィードバックして制御するため、外力の大きな変化が発生すると、この部分では一時的に速度誤差が大きくなる。この速度誤差は、時間とともに減少しゼロとなる。この速度変化は、ヘッドアッセンブリ43がランプ60上にあるときは、ランプ60の磨耗等の原因となり、ヘッドアッセンブリ43がランプ60からディスク41に移動するときは、ヘッドアッセンブリ43の移行速度が過大になるなどして、ヘッドやディスク41へのダメージを引き起こす原因になる。

【0023】このため、本実施の形態では、この速度誤差を低減するため、後述のように、この外力値をあらかじめ測定しておき、この力をキャンセルするように補償値を出力、制御することで、この外力による影響を抑える。

【0024】ヘッドアッセンブリ43は一定速度で移動するため、外力変化点A1からA4を通過する時間はほぼ一定である。そのため、ロード時の場合、Homeポジションからヘッドアッセンブリ43の移動を開始してから、時間を監視しながら、外力をキャンセルするように補償値を出力する。アンロードの場合は、逆のシーケンスを行う。この補償値は、最初は設計値を使用するが、以降のロードアンロードごとにこの外力値を計測し、補償値を更新、変更する。

【0025】本実施の形態では、外力推定器を用い各ロードアンロード時の外力値を計測し、その値を記憶する。記憶した値は、次のロードアンロード時に使用する。このため、一番、最初のロードアンロード動作は、設計値を用いることになる。

【0026】ロードアンロードの速度制御器は、図4のように、ロード・アンロード動作開始時刻から時刻(周期)T毎に出力する補償値テーブルのエントリをそれぞれ1つずつ持つ。動作が開始すると、周期T毎にテーブルから補償値を読み出し、その値を出力する。この結

果、外力変化に相当する量は、フィードフォワード的に出力されるため、この量による速度変化をキャンセルできる。

【0027】図5にて、上述のような制御動作を実現するための本実施の形態におけるロード・アンロード時の速度制御系の構成例を説明する。

【0028】本実施の形態のロード・アンロード時の速度制御系は、速度制御器70、パワーアンプ91、ボイスコイルモータ45等を含むアクチュエータ、ボイスコイルモータ45の動作時の逆起電圧を検出する逆起電圧測定器92、逆起電圧を速度を示す電圧値に変換する逆起電圧/速度変換器93、等で構成されている。

【0029】速度制御器70は、目標速度設定器71、加算器78、位相補償器72、加算器73、D/A変換器74、外力推定器75、加算器76、A/D変換器77、シーケンサ81、補償値テーブル80、等で構成されている。この速度制御器70は、たとえば汎用あるいは専用のマイクロコンピュータで実現することができる。

【0030】ロード・アンロード時のボイスコイルモータ45の速度は、逆起電圧測定器92および逆起電圧/速度変換器93を介してA/D変換器77にてデジタル値として検出され、加算器78において、目標速度設定器71から出力される値と加算され、位相補償器72、D/A変換器74を経てアナログ電流としてパワーアンプ91に印加され、この制御ループにてボイスコイルモータ45の速度制御が行われる。

【0031】本実施の形態の場合、位相補償器72の出力は、外力推定器75にも入力される。外力推定器75は、内部に、ボイスコイルモータ45を含むアクチュエータ系の動作モデルを計算論理として備えており、この動作モデルに対して位相補償器72の出力をモデル入力75aとして与えた時に予想される予想速度75bと、A/D変換器77を介して測定された実際のボイスコイルモータ45を含むアクチュエータ系の速度との誤差を加算器76にて検出し、外力測定値75cとして検出する。そして、こうして測定された外力を当該外力のキャンセルに必要な補償制御電流値75dに変換して、補償値テーブル80に書き込む、という動作を、所定の周期Tにてロード・アンロード中に反復する。なお、外力推定器75の上述のような動作は、外部から入力されるスイッチ入力75eにてON/OFFが可能である。

【0032】そして、補償値テーブル80に格納された補償制御電流値75dは、次のロード・アンロード実行時に、シーケンサ81が与えるタイミングにて、測定時と同期したタイミングにて、加算器73を介して上述の速度制御ループにフィードフォワード的に印加され、摩擦等の経時的に変動する外力等に起因するロード・アンロード時のボイスコイルモータ45(ヘッドアッセンブリ43)の速度変動を防止して、安定な速度制御を実現

する。

【0033】上述のような制御動作の一例を図1のフローチャートに例示する。すなわち、ロード／アンロード命令を受けたら（ステップ101）、最初のロード／アンロードが判別し（ステップ102）、最初の場合には、たとえばマイクロプログラム内に定数として埋め込まれた設計値の補償制御電流値にて、補償値テーブル80を初期化した後（ステップ103）、当該補償値テーブル80の補償制御電流値を読み出して速度制御ループの加算器73にフィードフォワード的に出力して速度制御を行うとともに、外力推定器75にて現在の外力を測定して補償値テーブル80を更新する（ステップ104）。

【0034】以降は、シーケンサ81にて、所定のサンプリングおよびフィードフォワード制御のタイミングの周期T毎に（ステップ105）、補償値テーブル80の次のエントリの補償制御電流値を速度制御ループの加算器73に出力する操作および当該エントリを現在の外力の測定値に基づいて更新する操作を（ステップ106）、補償値テーブル80の最後のエントリまで反復し（ステップ107）、ロード・アンロード動作を終了する。

【0035】図3に、本実施の形態のような外力補償を行う場合の制御電流の波形（b）を、従来技術のように外力補償を行わない場合の制御電流の波形（a）と比較対照して示す。

【0036】図3（a）の従来技術の場合には、外力が変動した場合、外力変化点A1からA4の間で、外力による速度変動を補償しようとして制御電流が変化し（制御電流の波形は平坦ではなくなり）、この変化によって、ロード・アンロード中のヘッドアッセンブリ43の速度は一定ではなくなり、ランプ60の磨耗や、ロード時のヘッドとディスク41との衝突等による損傷の懸念がある。

【0037】この対策としては、ボイスコイルモータの逆起電圧を利用した速度制御ループのサーボ帯域を大きくすることが考えられるが、コスト高となり量産品の適用等には実際上困難である。

【0038】これに対して、図3（b）の本実施の形態の場合には、外力が変化しても、予め当該外力に対応した補償制御電流値75dが速度制御ループにフィードフォワード的に印加されるので、外力変化点A1からA4の間で制御電流は変化せずほぼ平坦となり、ランプ60の磨耗や、ロード時のヘッドとディスク41との衝突等による損傷の原因となる速度変動は抑制される。すなわち、必要以上にロード・アンロードにおける速度制御ループのサーボ帯域を大きくすることなく、安定な速度制御を実現できる。

【0039】上述した本発明の実施の形態によれば、ロードアンロード動作中の外力の変化によるヘッドアッ

センブリ43の速度誤差を従来技術の200%から10%以下に抑えることができる、という優れた効果が得られる。

【0040】以上本発明者によってなされた発明を実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

【0041】

【発明の効果】本発明の磁気ディスク装置によれば、必要以上にサーボ帯域を大きくすることなく、ボイスコイルモータの逆起電圧値を制御対象とするロード・アンロード時における外力等に起因する速度制御の誤差を低減することができる、という効果が得られる。

【0042】また、本発明の磁気ディスク装置によれば、ロード・アンロードにおける摩擦係数の変化するところでの速度誤差を低減し、常に速度を一定に保つことができる、という効果が得られる。

【0043】また、本発明の磁気ディスク装置によれば、ロード・アンロード方式の磁気ディスク装置において、ロード時のヘッドと記録媒体との衝突を防止して、動作の信頼性を向上させることができる、という効果が得られる。

【0044】本発明の磁気ディスク装置の制御方法によれば、ボイスコイルモータの逆起電圧値を制御対象とするロード・アンロード時における外力等に起因する速度制御の誤差を低減することができる、という効果が得られる。

【0045】また、本発明の磁気ディスク装置の制御方法によれば、ロード・アンロードにおける摩擦係数の変化するところでの速度誤差を低減し、常に速度を一定に保つことができる、という効果が得られる。

【0046】また、本発明の磁気ディスク装置の制御方法によれば、ロード・アンロード方式の磁気ディスク装置において、ロード時のヘッドと記録媒体との衝突を防止して、動作の信頼性を向上させることができる、という効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の磁気ディスク装置の制御方法を実施する磁気ディスク装置の作用の一例を示すフローチャートである。

【図2】（a）～（c）は、本発明の磁気ディスク装置の制御方法を実施する磁気ディスク装置の作用の一例を示す説明図である。

【図3】（a）および（b）は、本発明の磁気ディスク装置の制御方法を実施する磁気ディスク装置の作用の一例を、従来技術と比較して説明する線図である。

【図4】本発明の磁気ディスク装置の制御方法を実施する磁気ディスク装置の作用の一例を示す説明図である。

【図5】本発明の磁気ディスク装置の制御方法を実施する磁気ディスク装置の制御系の構成の一例を示すブロッ

ク図である。

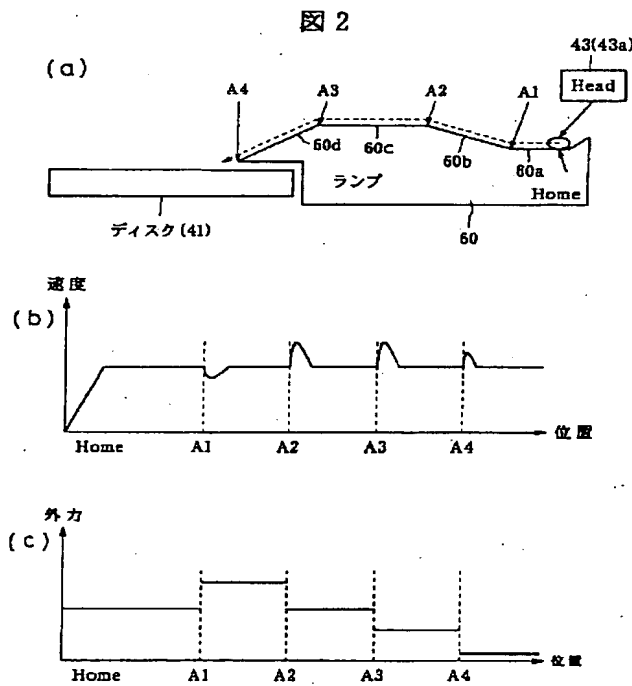
【図6】本発明の磁気ディスク装置の制御方法を実施する磁気ディスク装置の一部破断平面図である。

【図7】図6の本発明の磁気ディスク装置の制御方法を実施する磁気ディスク装置の線A-Aにおける一部破断断面図である。

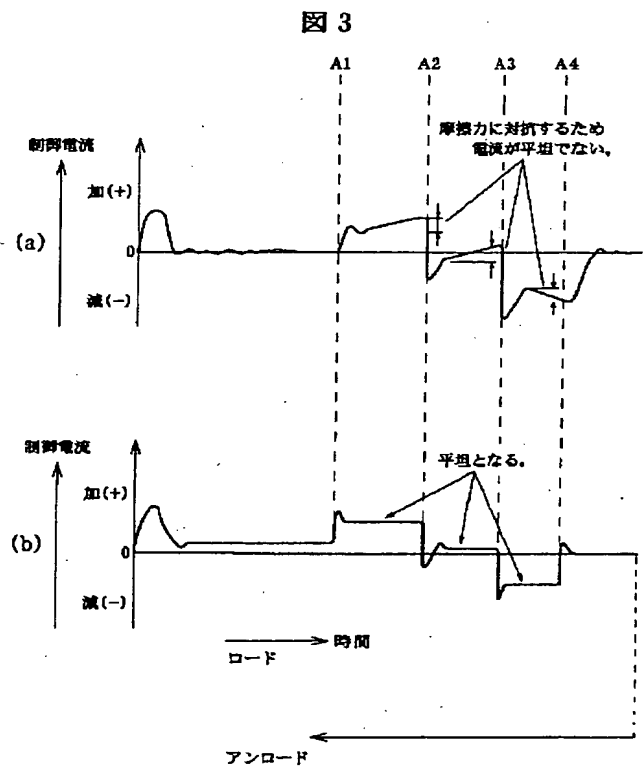
【符号の説明】

40…密閉容器、41…ディスク、42…スピンドルモータ、43…ヘッドアッセンブリ、43a…タブ、44…ピボットシャフト、45…ボイスコイルモータ、46…印刷配線板、48a…ディスクスペーサ、48b…ディスクランプ、49…スライダ、50…サスペンションアーム、60…ランプ、60a…平坦部、60b…傾斜面、60c…平坦部、60d…傾斜面、70…速度制御器、71…目標速度設定器、72…位相補償器、73…加算器（第2の手段）、74…D/A変換器、75…外力推定器（第1の手段）、75a…モデル入力、75b…予想速度、75c…外力測定値、75d…補償制御電流値、75e…スイッチ入力、76…加算器、77…A/D変換器、78…加算器、80…補償値テーブル（第1の手段）、81…シーケンサ、91…パワーアンプ、92…逆起電圧測定器、93…逆起電圧／速度変換器、A1～A4…外力変化点。

【図2】

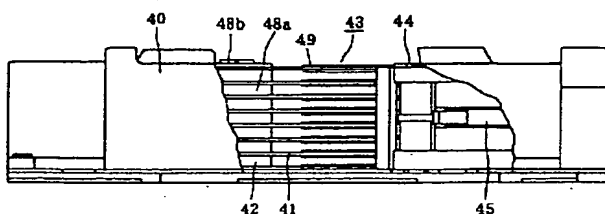


【図3】



【図7】

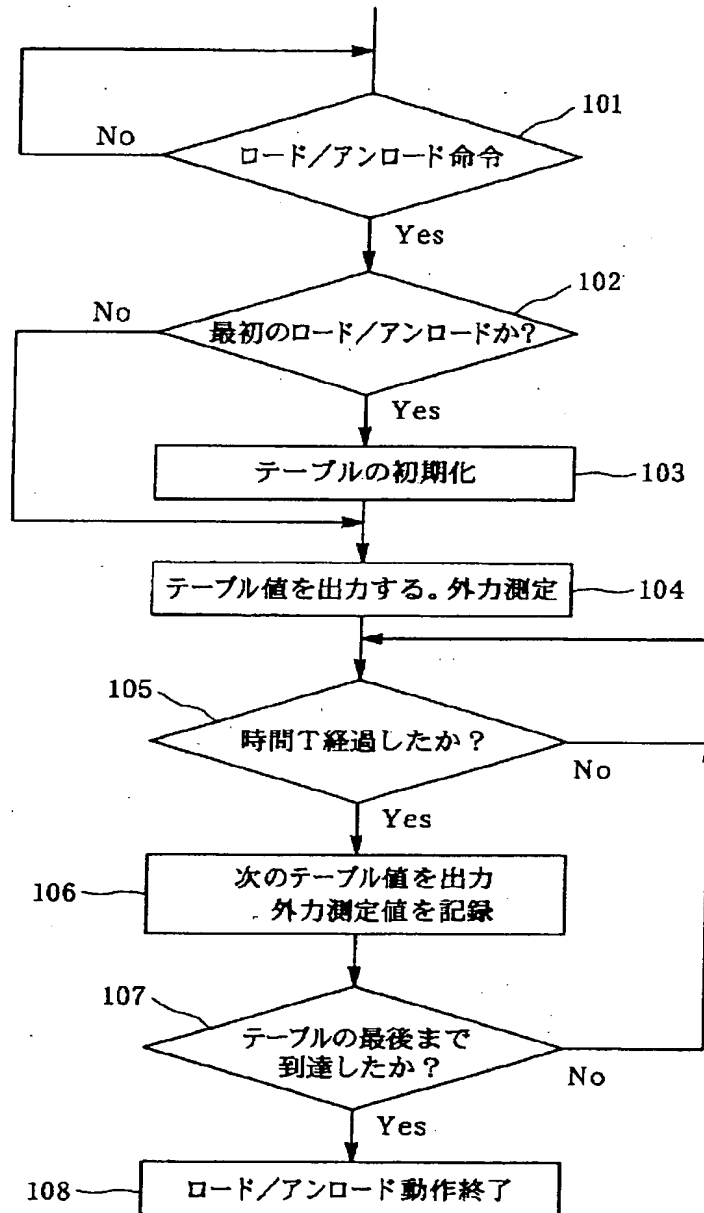
図7





【図1】

図 1



【図4】

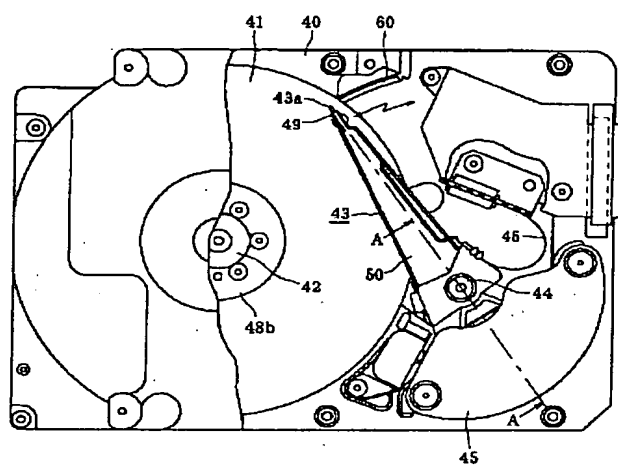
図 4

80

| 時間 (xT) | ロード時の外力 | ロード時の位置 | アンロード時の外力 | アンロード時の位置 |
|---------|---------|---------|-----------|-----------|
| 0       | F1      | Home    | F5        | ↓         |
| 1       | F1      | ↓       | F5        | ↓         |
| 2       | F1      | ↓       | F5        | ↓         |
| 3       | F1      | ↓       | F5        | A4        |
| 4       | F2      | A1      | F4        | ↓         |
| 5       | F2      | ↓       | F4        | ↓         |
| 6       | F2      | ↓       | F4        | ↓         |
| 7       | F2      | ↓       | F4        | A3        |
| 8       | F3      | A2      | F3        | ↓         |
| 9       | F3      | ↓       | F3        | ↓         |
| 10      | F3      | ↓       | F3        | ↓         |
| 11      | F3      | ↓       | F3        | A2        |
| 12      | F4      | A3      | F2        | ↓         |
| 13      | F4      | ↓       | F2        | ↓         |
| 14      | F4      | ↓       | F2        | ↓         |
| 15      | F4      | ↓       | F2        | A1        |
| 16      | F5      | A4      | F1        | ↓         |
| 17      | F5      | ↓       | F1        | ↓         |
| 18      | F5      | ↓       | F1        | ↓         |
| END     | F5      | ↓       | F1        | Home      |

【図6】

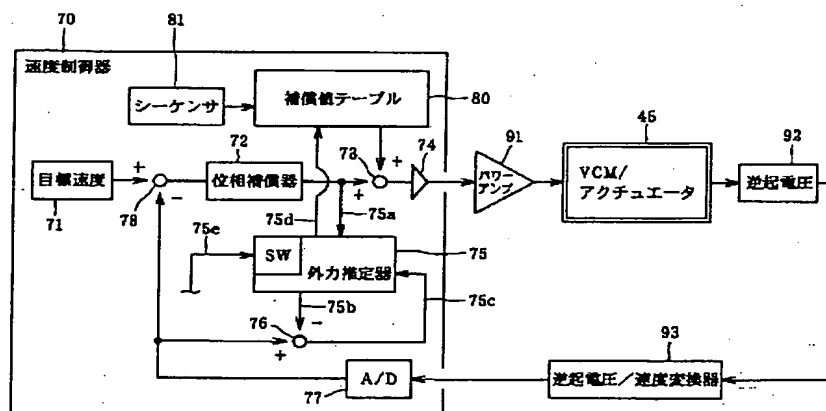
図 6



- 40: 密閉容器  
41: ディスク  
42: スピンドルモータ  
43: ヘッドアセンブリ  
43a: タブ  
44: ピボットシャフト  
45: ボイスコイルモータ  
46: 印刷配線板  
48a: ディスクスペーサ  
48b: ディスククランプ  
49: スライダ  
50: サスペンションアーム  
60: ランプ

【図5】

図 5



フロントページの続き

(72)発明者 藤井 義勝  
神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会  
社日立製作所ストレージシステム事業部内  
(72)発明者 松下 新治  
神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会  
社日立製作所ストレージシステム事業部内

(72)発明者 堀口 孝雄  
神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会  
社日立製作所ストレージシステム事業部内  
Fターム(参考) 5D076 AA01 BB01 CC05 DD03 DD20  
EE01 FF09 FF14 GG01 GG12